



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

## **ANALISIS KAPABILITAS PROSES PUPUK ZA I DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

**ARDILIA ZAHRA ALQARINA**  
**NRP 1314 030 108**

**Dosen Pembimbing**  
**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Departmen Statistika Bisnis**  
**Fakultas Vokasi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**





**TUGAS AKHIR - SS 145561**

## **ANALISIS KAPABILITAS PROSES PUPUK ZA I DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

**ARDILIA ZAHRA ALQARINA**  
**NRP 1314 030 108**

**Dosen Pembimbing**  
**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Departmen Statistika Bisnis**  
**Fakultas Vokasi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**





**TUGAS AKHIR - SS 145561**

## **CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF ZA I FERTILIZER IN PT. PETROKIMIA GRESIK**

**ARDILIA ZAHRA ALQARINA**  
**NRP 1314 030 108**

**Supervisor**  
**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**Department of Business Statistics**  
**Vocational Faculty**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI ZA I  
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada  
Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**ARDILIA ZAHRA ALQARINA  
NRP 1314 030 100**

**SURABAYA, JULI 2017**

**Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir,**



**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**  
**NIP. 19610311 198701 2 001**

**Mengetahui,  
Kepala Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi ITS,**



**Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si**  
**NIP. 19740328 199802 1 001**





## ANALISIS KAPABILITAS PROSES PRODUKSI ZA I DI PT.PETROKIMIA GRESIK

Nama Mahasiswa : Ardilia Zahra Alqarina  
NRP : 1314 030 108  
Departemen : Statistika Bisnis ITS  
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni R., MT

### Abstrak

*Proses produksi pupuk ZA I di PT. Petrokimia Gresik hanya dilakukan secara analisis kimia, belum pernah dilakukan secara analisis statistika sehingga hasil yang diperoleh kurang informatif dan detail. Pengendalian kualitas secara statistika dilakukan untuk mengetahui indeks kapabilitas proses sehingga diketahui apakah proses telah kapabel atau belum serta mengetahui faktor faktor yang menyebabkan terdapat ketidaksesuaian pada proses produksi. Pada proses produksi pupuk ZA I terdapat 2 karakteristik kualitas yaitu crystal dan acidity dimana karakteristik kualitas tersebut saling dependen, sehingga digunakan peta kendali multivariat yaitu peta kendali Generalized Variance untuk variabilitas proses serta peta kendali  $T^2$  Hotelling untuk mean proses. Hasil yang didapatkan dari analisis untuk proses produksi bulan Januari 2017 yaitu, proses produksi telah terkendali secara statistik baik pada variabilitas proses maupun mean proses. Faktor mesin yang spare dan menyebabkan pabrik berhenti produksi menjadi penyebab utama dari ketidaksesuaian pada proses produksi. Proses produksi pupuk ZA I di bulan Januari 2017 memiliki nilai  $C_p$  sebesar 1,423 dan di bulan Februari memiliki nilai  $C_p$  sebesar 2,342 yang berarti bahwa proses produksi telah kapabel atau kemampuan proses produksinya sangat baik.*

**Kata Kunci :** Kapabilitas Proses, Peta Kendali Generalized Variance, Peta Kendali  $T^2$  Hotelling, Pupuk ZA I



## **CAPABILITY PROCESS ANALYSIS OF ZA I FERTILIZER IN PT. PETROKIMIA GRESIK**

**Student Name** : Ardilia Zahra Alqarina  
**NRP** : 1314 030 108  
**Departement** : Business Statistics  
**Supervisor** : Dra. Sri Mumpuni R., MT

### **Abstract**

*Process producing of ZA I fertilizer at PT. Petrokimia Gresik only conducted in chemical analysis, Never been done in statistical analysis so that made the results are less informative and detailed. Statistical quality control is done to find out the process capability index so it is known whether the process has been capable or not and know the factors that cause the nonconformity in the production process. In ZA I fertilizer production process there are 2 quality characteristic that are crystal and acidity where the quality characteristic is dependent, so used multivariate control chart that is Generalized Variance control chart for process variability and  $T^2$  Hotelling control map for process mean. The results obtained from the analysis for the production process in January 2017 is the production process has been statistically controlled both on process variability and process mean. The spare engine factor causing the plant to stop production is the main cause of the non-conformance to the production process. ZA I fertilizer production process in January 2017 has a  $C_p$  value of 1.423 and  $C_p$  value of 2,342 in February 2017 which means that the production process has capabel or the ability of the production process is very good.*

**Keywords:** *Process Capability, Generalized Variance Control Chart,  $T^2$  Hotelling Control Chart, ZA I fertilizer*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Hidayah dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA I di PT. Petrokimia Gresik**”. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini terselesaikan karena adanya bantuan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Maka dari itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dengan sabar serta memberikan dukungan yang sangat besar bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, M.Si selaku dosen penguji dan Ibu Noviyanti Santoso, S.Si, M.Si selaku dosen penguji serta validator yang telah memberikan banyak saran pada laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Prodi DIII Statistika Bisnis yang telah membantu kelancaran pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Ibu Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes, selaku dosen wali yang banyak memberikan nasehat, serta motivasi selama menempuh pendidikan.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman dan ilmu kepada penulis.
7. Bapak Nugroho Christijanto selaku Direktur Utama yang telah mengizinkan penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir di PT. Petro Kimia Gresik.

8. Bapak Faishol selaku Pembimbing Lapangan yang telah membimbing dengan sabar selama masa penelitian di PT. Petro Kimia Gresik.
9. Almarhum eyang tercinta, orang tua, kedua adik serta seluruh keluarga besar yang selalu menjadi sosok inspiratif bagi saya selama ini, dan selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, semangat terbaik sehingga lancar dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Moch. Rio Ramadhan, Dea Trishnanti, Tri Emira, Nurindah Nirmalasari, Nilamsari, Nesyah, Kariina, Ayu Probowati dan Dinar Sukma yang telah senantiasa membantu dan memberi motivasi kepada penulis.
11. Senior-senior dari Jurusan D3, keluarga HIMADATA-ITS, serta seluruh angkatan 2014 “PIONEER” Statistika ITS yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Laporan Tugas Akhir ini sangat jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun sehingga laporan ini dapat mencapai kesempurnaan, dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengerjaan laporan berikutnya.

Surabaya, 11 Juli 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TITLE PAGE</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisis Multivariat.....	5
2.1.1 Dependensi Variabel.....	5
2.1.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat .....	6
2.2 Peta Kualitas Statistika.....	7
2.2.1 Peta Kendali <i>Generalied Varianve</i> .....	8
2.2.2 Peta Kendali $T^2$ Hotelling .....	9
2.3 Analisis Kapabilitas Proses Multivariat .....	12
2.4 Diagram Sebab Akibat (Diagram Ishikawa) .....	13
2.5 Pupuk ZA .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Cara Pengambilan Data .....	17
3.2 Variabel Penelitian .....	18
3.3 Langkah Analisis .....	18
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA Fase I.....	21

4.1.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Produksi Pupuk ZA .....	21
4.1.2 Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pupuk ZA ..	22
4.1.3 Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA .....	26
4.2 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA Fase II ....	27
4.2.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Fase II.....	27
4.2.2 Analisis Pengendalian Kualitas Fase II .....	28
4.2.3 Kapabilitas Proses Produksi Fase II .....	30
4.3 Diagram Ishikawa Proses Produksi Pupuk ZA.....	31
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	35
<b>LAMPIRAN</b> .....	37
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	49



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Diagram <i>Ishikawa</i> .....	14
<b>Gambar 2.2</b> Proses Produksi Pupuk ZA .....	15
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	20
<b>Gambar 4.1</b> <i>Chi-Square</i> Plot Data Januari 2017.....	22
<b>Gambar 4.2</b> Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> .....	23
<b>Gambar 4.3</b> Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> perbaikan 1 .....	24
<b>Gambar 4.4</b> Peta Kendali $T^2$ Hotelling .....	25
<b>Gambar 4.5</b> Peta Kendali $T^2$ Hotelling perbaikan 1.....	26
<b>Gambar 4.6</b> <i>Chi-Square</i> Plot Data Januari 2017.....	22
<b>Gambar 4.7</b> Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase II.....	29
<b>Gambar 4.8</b> Peta Kendali $T^2$ Hotelling Fase II .....	30
<b>Gambar 4.9</b> Diagram Ishikawa Proses Produksi.....	31



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Struktur Data Peta Kendali $T^2$ <i>Hotteling</i> .....	10
<b>Tabel 3.2</b> Struktur Data Penelitian.....	17



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Proses Produksi Januari 2017 .....	37
<b>Lampiran 2</b> <i>Output</i> Dependensi Variabel .....	38
<b>Lampiran 3</b> Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat ....	38
<b>Lampiran 4</b> <i>Output Generalized Variance</i> .....	41
<b>Lampiran 5</b> Nilai $T^2$ <i>Hotteling</i> .....	41
<b>Lampiran 6</b> Kapabilitas Proses Multivariat .....	44
<b>Lampiran 7</b> Data Proses Produksi Februari 2017 .....	46
<b>Lampiran 8</b> <i>Output</i> Dependensi Variabel Fase II .....	47
<b>Lampiran 9</b> <i>Output</i> Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase II .....	47
<b>Lampiran 10</b> Kapabilitas Proses Multivariat Fase II .....	47
<b>Lampiran 11</b> Surat Keaslian Data .....	48



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris dimana mayoritas dari penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani. Selama ini diketahui bahwa sering terdapat tanaman yang rusak atau bahkan gagal panen dikarenakan hama tanaman, cuaca tidak menentu bahkan juga dapat dikarenakan pupuk yang digunakan tidak sesuai. PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang produksi pupuk, bahan kimia, dan jasa lainnya. Jenis pupuk yang di produksi adalah pupuk tunggal dan pupuk majemuk antara lain adalah Zwavelzuur Amonium (ZA), Super Phosphate (SP), Phonska dan Urea. Perusahaan juga senantiasa berupaya untuk menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan dengan memperhatikan komposisi dari produk yang dibuat. Produk pupuk ZA merupakan pupuk kimia buatan yang dirancang untuk memberi hara nitrogen pada tanaman serta diproduksi di area produksi I maka dari itu disebut pupuk ZA I.

Pupuk ZA I memiliki karakteristik kualitas yaitu *crystal* sebesar 40% - 60% serta *acidity* sebesar 0,39% - 0,78%. Jika kualitas komposisi pada pupuk tidak sesuai maka akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal sehingga hasil panen akan turun atau bahkan gagal panen (Petrokimia, 2012). Penggunaan pupuk terutama pupuk buatan merupakan salah satu faktor kunci dalam peningkatan produksi pangan dan pencapaian swasembada beras di Indonesia. Pupuk yang biasa digunakan adalah pupuk tunggal dan pupuk majemuk (Jatiyanto, 1976).

Untuk menghasilkan produk pupuk ZA I dengan spesifikasi yang sesuai, perlu dilakukan pengendalian kualitas, dimana karakteristik kualitas pupuk ZA I adalah *crystal* dan *acidity* yang saling dependen karena dalam pembentukan *crystal* dipengaruhi oleh tingkat *acidity*.

Pengendalian kualitas yang selama ini dilakukan oleh perusahaan hanya secara analisis kimia belum secara analisis statistika, sehingga perlu dilakukan analisis secara statistika. Pada penelitian ini digunakan peta kendali multivariat dimana kedua karakteristik kualitas saling berhubungan. Peta kendali multivariat yang digunakan adalah peta kendali *generalized variance* yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses, serta peta kendali  $T^2$  Hotelling I untuk mengendalikan mean proses secara multivariat. Setelah hasil proses produksi terkendali dilakukan analisis kapabilitas untuk mengetahui apakah proses sudah kapabel atau belum. Kapabilitas proses bertujuan untuk menunjukkan kemampuan suatu proses dalam memenuhi batas spesifikasi yang telah ditentukan (Montgomery, 2009)

Penelitian tentang pupuk sebelumnya pernah dilakukan oleh Mufida (2014) pada produk pupuk Phonska dengan hasil yaitu proses produksi telah terkendali dengan menghilangkan data pengamatan yang *out of control*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Perusahaan telah menerapkan pengendalian kualitas terhadap produksi pupuk, tetapi baru secara analisis kimia dan belum pernah dilakukan analisis secara statistika pada proses produksi pupuk ZA, dimana jika terjadi ketidaksesuaian tidak diketahui penyebabnya secara spesifik, dan ketidaksesuaian tersebut dapat berpengaruh terhadap kualitas pupuk, oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pengendalian kualitas secara statistika.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui indeks kapabilitas pada proses produksi pupuk ZA I di PT. Petrokima Gresik
2. Mengidentifikasi penyebab terjadinya *out of control* pada proses produksi pupuk ZA I di PT. Petrokima Gresik.



#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberi informasi tentang indeks kapabilitas proses apakah telah kapabel atau belum, sehingga dapat meningkatkan kualitas apabila produk apabila kemampuan proses belum kapabel dan mempertahankan jika kemampuan proses telah kapabel.
2. Menginformasikan apa saja yang menjadi faktor-faktor penyebab dari ketidaksesuaian pada proses produksi, agar dapat dilakukan perbaikan berdasarkan akar permasalahan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil pemeriksaan proses produksi pupuk ZA I oleh bagian *Quality Control* pada bulan Januari 2017

*Halaman ni Sengaja Dikosongkan*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisis Multivariat**

Analisis Multivariat merupakan suatu analisis dimana variabel yang digunakan lebih dari satu dan saling berkorelasi (Johnson & Wichern, 2007). Untuk melakukan analisis multivariat diperlukan asumsi bahwa variabel-variabel yang digunakan harus dependen dan berdistribusi normal multivariat.

##### **2.1.1 Dependensi Variabel**

Dependensi variabel digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar variabel satu sama lain, salah satu pengujian yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan uji korelasi *Pearson*, dimana variabel yang digunakan hanya dua. Nilai koefisien korelasi berada diantara -1 hingga 1. Jika nilai korelasi yang dihasilkan 1 artinya terdapat hubungan yang kuat (saling berkaitan) antar variabel, dan apabila ditunjukkan nilai korelasi mendekati nol maka hubungan antar kedua variabel lemah atau bahkan tidak terdapat hubungan. Nilai korelasi yang bertanda positif menunjukkan bahwa apabila variabel satu bertambah maka variabel lainnya juga bertambah. Begitu pula sebaliknya jika korelasi bernilai negatif berarti ketika salah satu variabel bertambah maka variabel satunya akan cenderung berkurang (Walpole dkk, 2012). Untuk menguji korelasi dapat digunakan hipotesis sebagai berikut

Hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$  (Tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1 : \rho \neq 0$  (Terdapat korelasi antar variabel)

Statistik Uji :

$$t_{hitung} = \frac{r_{x_1, x_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{x_1, x_2}^2}} \quad (2.1)$$

$$r_{x_1, x_2} = \frac{n \sum_{i=1}^m x_{1i} x_{2i} - (\sum_{i=1}^m x_{1i})(\sum_{i=1}^m x_{2i})}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^m x_{1i}^2 - (\sum_{i=1}^m x_{1i})^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^m x_{2i}^2 - (\sum_{i=1}^m x_{2i})^2 \right]}} \quad (2.2)$$

Keterangan

n : jumlah observasi atau banyaknya pengamatan.

r : koefisien korelasi

Jika diperoleh hasil  $t_{hitung} > t_{\alpha(n-2)}$  maka akan menghasilkan keputusan bahwa  $H_0$  ditolak dan diperoleh kesimpulan bahwa terdapat korelasi antar variabel.

### 2.1.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat adalah pengembangan dari bentuk distribusi normal univariat dengan jumlah variabel lebih dari satu. Distribusi ini digunakan pada data yang saling berhubungan (dependen). Apabila terdapat sejumlah p variabel yang dinyatakan dalam bentuk vektor acak  $\mathbf{X}' = \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_p\}$  yang mengikuti distribusi normal multivariat dengan fungsi densitas sebagai berikut (Johnson & Whicern, 2007):

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu})' \mathbf{S}^{-1}(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu})} \quad (2.3)$$

Terdapat 2 cara untuk melakukan pemeriksaan distribusi normal multivariat. Cara pertama yaitu dengan pemeriksaan proporsi dari data, dan apabila nilai  $d_{ij}^2 \leq \chi_{(p;\alpha)}^2$  sebanyak 50% maka sebaran data mengikuti distribusi normal multivariat, dengan cara memperoleh nilai  $d_{ij}^2$  sesuai pada Persamaan (2.4) Cara kedua yaitu dengan pemeriksaan *Chi-SquarePlot* yang dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut

1. Menghitung  $d_{ij}^2$ , yaitu jarak yang dikuadratkan.

$$d_{ij}^2 = (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_{.j})' \mathbf{S}_d^{-1} (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_{.j}) \quad (2.4)$$

dimana

$$S_d = \begin{pmatrix} s_1^2 & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_2^2 & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \cdots & s_p^2 \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

$$s_{.jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k) \quad (2.6)$$

$$s_{.j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \quad (2.7)$$

dengan :

$i = 1, 2, \dots, n$  dimana  $n$  merupakan jumlah sampel setiap subgrup

$j = 1, 2, \dots, p$  dimana  $p$  merupakan jumlah karakteristik kualitas

$k = 1, 2, \dots, m$  dimana  $m$  adalah jumlah subgrup

$\mathbf{x}_{ij}$  = vektor pada objek pengamatan ke- $i$  pada variabel ke- $j$

$\bar{\mathbf{x}}$  = vektor rata-rata

$S_d^{-1}$  = invers matriks varian kovarian  $S_d$

2. Mengurutkan nilai  $d_i^2$  dari terkecil hingga terbesar
3. Menentukan nilai  $q$  dimana  $q = \chi_{(p;(n-j+0,5)/n)}^2$ . Nilai  $\chi_{(p;(n-j+0,5)/n)}^2$  didapatkan dari tabel distribusi  $\chi^2$ .
4. Membuat *Chi-square Plot* antara  $d_i^2$  dan  $q$ .

## 2.2 Pengendalian Kualitas Statistika

Kualitas merupakan karakteristik dari suatu produk yang mempengaruhi kepuasan dari konsumen. Pengendalian kualitas merupakan sebuah teknik dan aktivitas untuk mencapai dan meningkatkan kualitas dari suatu produk. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengendalikan suatu proses produksi dengan melihat kualitas dari produk yang dihasilkan adalah peta kendali.

Berdasarkan karakteristik kualitas, peta kendali terbagi menjadi dua, yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Peta kendali atribut merupakan peta kendali yang digunakan untuk produk yang kualitasnya tidak dapat diukur, sedangkan peta kendali variabel merupakan peta kendali yang digunakan untuk produk yang kualitasnya dapat diukur. Jenis-jenis peta kendali variabel diantaranya adalah peta  $\bar{X} - R$ , peta  $\bar{X} - S$ , dan peta individu, akan tetapi jika karakteristik kualitas lebih dari satu dan saling berhubungan maka digunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling.

Pada peta kendali variabel multivariat, yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses adalah peta kendali *Generalized Variance* sedangkan untuk mengendalikan *mean* proses digunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling. Proses dikatakan terkendali apabila *plot* pengamatan berada di bawah batas kendali atas dan berada di atas batas kendali bawah (Montgomery, 2013).

### 2.2.1 Peta Kendali *Generalized Variance*

Peta kendali *Generalized Variance* merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses yang dapat digambarkan dengan matriks kovarian  $\Sigma$ , dimana determinan dari sampel kovarian matriks  $|S_t|$  secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat. Aproksimasi asimtomik normal digunakan untuk mengembangkan peta kendali untuk  $|S|$ , sehingga dalam menaksir *mean* dan varians dari  $|S|$  dapat dilakukan dengan cara seperti pada Persamaan 2.8 dan 2.9 (Montgomery, 2013).

$$E(|S_t|) = b_1 |\Sigma| \quad (2.8)$$

dan

$$Var(|S_t|) = b_2 |\Sigma|^2 \quad (2.9)$$

dimana

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad (2.10)$$

dan

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[ \prod_{j=1}^p (n-j+2) - \prod_{j=1}^p (n-j) \right] \quad (2.11)$$

sehingga batas kendali dari peta kendali *generalized variance* adalah

$$\begin{aligned} BKA &= |\Sigma| \left( b_1 + \sqrt{3b_2} \right) \\ \text{GarisTengah} &= b_1 |\Sigma| \\ BKB &= |\Sigma| \left( b_1 - \sqrt{3b_2} \right) \end{aligned} \quad (2.12)$$

### 2.2.2 Peta Kendali $T^2$ *Hotteling*

Peta kendali  $T^2$  *Hotteling* merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mengetahui proses produksi telah terkendali secara statistik atau tidak, dimana terdapat dua atau lebih variabel yang saling dependen, serta berdistribusi normal multivariat. Karakteristik kualitasnya terdiri dari  $p$  variabel, yaitu  $X_1, X_2, \dots, X_p$ . Peta kendali  $T^2$  *Hotteling* memiliki subgrup berukuran  $m$ , dimana anggota tiap subgrup adalah  $n$  dan  $p$  merupakan jumlah karakteristik yang diamati pada tiap-tiap sampel (Montgomery, 2013). Adapun struktur data dengan  $p$  variabel yang akan diamati pada  $m$  subgrup dapat dilihat pada tabel 2.1

keterangan :

$i$  = ukuran subgrup, dimana  $i = 1, 2, \dots, n$

$j$  = karakteristik kualitas, dimana  $j = 1, 2, \dots, p$

$k$  = jumlah subgrup, dimana  $k = 1, 2, \dots, m$

$x_{ijk}$  = nilai pengamatan pada observasi ke- $i$ , karakteristik kualitas ke- $j$ , dan subgroup ke- $k$

**Tabel 2.1** Struktur Data Peta Kendali  $T^2$  Hotelling

Subgrup (k)	Sampel tiap subgrup (i)	Karakteristik Kualitas (j)				
		1	....	j	....	p
1	1	$x_{111}$	....	$x_{1j1}$	....	$x_{1p1}$
	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$	....	$\vdots$
	i	$x_{i11}$	....	$x_{ij1}$	....	$x_{ip1}$
	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$	....	$\vdots$
	n	$x_{n11}$	....	$x_{nj1}$	....	$x_{np1}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.11}$	....	$\bar{x}_{.j1}$	....	$\bar{x}_{.p1}$
	$S^2$	$S^2_{.11}$	....	$S^2_{.j1}$	....	$S^2_{.p1}$
k	1	$x_{11k}$	....	$x_{1jk}$	....	$x_{1pk}$
	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$	....	$\vdots$
	i	$x_{i1k}$	....	$x_{ijk}$	....	$x_{ipk}$
	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$	....	$\vdots$
	n	$x_{n1k}$	....	$x_{njk}$	....	$x_{npk}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.1k}$	....	$\bar{x}_{.jk}$	....	$\bar{x}_{.pk}$
	$S^2$	$S^2_{.1k}$	....	$S^2_{.jk}$	...	$S^2_{.pk}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
m	1	$x_{11m}$	....	$x_{1jm}$	....	$x_{1pm}$
	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$	....	$\vdots$
	i	$x_{i1m}$	....	$x_{ijm}$	....	$x_{ipm}$
	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$	....	$\vdots$
	n	$x_{n1m}$	....	$x_{njm}$	....	$x_{npm}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.1m}$	...	$\bar{x}_{.jm}$	...	$\bar{x}_{.pm}$
	$S^2$	$S^2_{.1m}$	...	$S^2_{.jm}$	...	$S^2_{.pm}$
Rata-rata Keseluruhan		$\bar{\bar{x}}_{.1.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.j.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.p.}$
Varian Keseluruhan		$S^2_{.1.}$	...	$S^2_{.j.}$	...	$S^2_{.p.}$



Untuk mencari rata-rata sampel dan varian dapat dilihat pada Persamaan 2.15 dan 2.16

$$\bar{x}_{.jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk} \quad (2.15)$$

$$s_{.jk}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{.jk})^2 \quad (2.16)$$

Dimana  $x_{ijk}$  merupakan sampel ke- $i$  pada karakteristik kualitas ke- $j$  serta subgrup ke- $k$ , sehingga matriks kovarian  $S$  dari rata-rata sampel berukuran  $p \times p$  dapat dibentuk menjadi

$$S_t = \begin{bmatrix} \bar{s}_{.1.}^2 & \bar{s}_{12} & \cdots & \bar{s}_{.1p} \\ & \bar{s}_{.2.}^2 & \cdots & \bar{s}_{.2p} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \bar{s}_{.p}^2 \end{bmatrix}$$

Adapun nilai untuk peta kendali  $T^2$  *Hotteling* sebagaimana pada Persamaan 2.17

$$T_k^2 = n(\bar{\mathbf{x}}_{.jk} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_{.j.})' S_t^{-1} (\bar{\mathbf{x}}_{.jk} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_{.j.}) \quad (2.17)$$

Terdapat dua tahap yang berbeda pada penggunaan peta kendali  $T^2$  *Hotteling*, yaitu tahap I dan tahap II, dimana tujuan utama pada tahap I adalah untuk mendapatkan pengamatan yang berada dalam batas kendali atau prosesnya terkendali, sehingga batas kendali dapat digunakan untuk tahap II yang merupakan pengontrolan produksi di masa depan. Batas kendali pada tahap I dapat dihitung sesuai dengan Persamaan 2.18

$$BKA = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn - m - p + 1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.18)$$

$$BKB = 0$$

Pada tahap II batas kendali yang digunakan berdasarkan pada tahap I, sesuai pada Persamaan 2.19

$$BKA = \frac{p(m+1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.19)$$

$$BKB = 0$$

Keterangan

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

n = Banyaknya sampel tiap subgrup

m = Jumlah subgrup

p = Banyaknya karakteristik kualitas

Nilai  $F_{\alpha, p, mn-m-p+1}$  merupakan nilai yang didapatkan dari tabel distribusi F.

### 2.3 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses bertujuan untuk menaksir kemampuan proses produksi dimana merupakan hal penting untuk peningkatan kualitas. Terdapat dua jenis kapabilitas proses, yaitu kapabilitas proses univariat dan multivariat. Untuk peta kendali dengan variabel dua atau lebih, digunakan analisis kapabilitas proses multivariat (Kotz & Johnson, 1993).

Apabila peta kendali telah terkendali dan asumsi telah terpenuhi, analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan menentukan indeks kapabilitas proses. Nilai indeks kapabilitas proses ( $C_p$ ) multivariat dapat diperoleh dari Persamaan seperti pada Persamaan 2.20

$$C_p = \frac{K}{\chi^2_{\alpha, p}} \left[ \frac{(m-1)p}{S} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.20)$$

keterangan :

m = jumlah pengamatan yang telah terkendali

p = jumlah karakteristik kualitas

$$S = \sum_{i=1}^m (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.21)$$

$$\mathbf{A}^{-1} = (\mathbf{x}_{ij}' \mathbf{x}_{ij})^{-1}$$

$$\mathbf{K}^2 = (\bar{x}_{ij} - \xi_j)' \mathbf{V}_0^{-1} (\bar{x}_{ij} - \xi_j) \quad (2.22)$$

$$\xi_j = \frac{1}{2} (BSA + BSB) \quad (2.23)$$

*BSA* : Batas Spesifikasi Atas

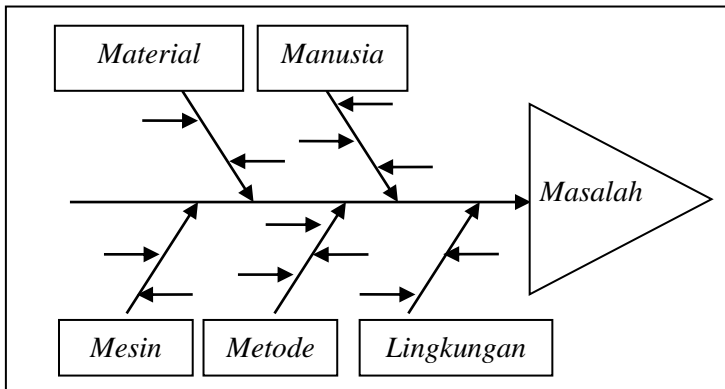
*BSB* : Batas Spesifikasi Bawah

Adapun ketentuan interpretasi dari  $C_p$  adalah:

1. Jika  $C_p = 1$ , proses dalam keadaan cukup baik.
2. Jika  $C_p > 1$ , proses dalam keadaan baik.
3. Jika  $C_p < 1$ , maka sebaran pengamatan berada diluar batas spesifikasi

## 2.4 Diagram Ishikawa

Diagram *ishikawa* merupakan salah satu dari tujuh perangkat statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas. Diagram ini juga dikenal dengan *fishbone diagram* atau tulang ikan, disebut tulang ikan karena bentuknya yang mirip dengan tulang ikan. Diagram *ishikawa* menunjukkan pada proses produksi penyebab terjadinya suatu masalah pada umumnya disebabkan oleh 4M+1E yaitu *machine* (mesin), *method* (metode), *material* (bahan), *man* (manusia) dan *environment* (lingkungan). Dalam penggunaanya, permasalahan diletakan pada kepala ikan, sedangkan penyebab dari permasalahan tersebut diletakan pada tulang ikan yang dikelompokkan sesuai dengan grupnya masing-masing (Heizer, 2009).



Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat

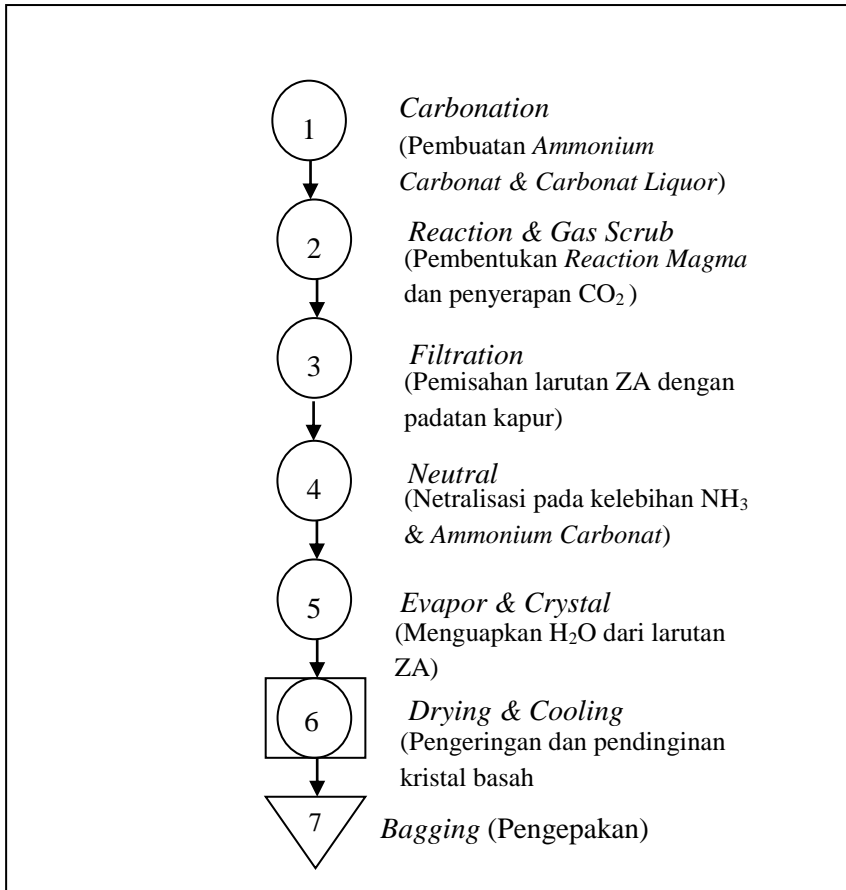
## 2.5 Pupuk ZA

Pupuk ZA adalah pupuk kimia buatan yang mengandung amonium sulfat yang dirancang untuk memberi tambahan hara nitrogen dan belerang bagi tanaman. Nama ZA adalah singkatan dari istilah bahasa Belanda, *zwavelzure ammoniak*. Wujud pupuk ini butiran kristal mirip garam dapur dan terasa asin di lidah (Petrokimia, 2012).

### Karakteristik Kualitas

- Nitrogen minimal 20,8%
- belerang minimal 23,8%
- Kadar air maksimal 1%
- kadar Asam Bebas sebagai  $H_2SO_4$  maksimal 0,1%
- Bentuk kristal
- Warna putih

Proses produksi membuat pupuk ZA di PT. Petrokimia Gresik telah disajikan pada Gambar 2.2 .



**Gambar 2.2** Proses Produksi

Proses produksi pembuatan pupuk ZA dimulai dengan proses *Carbonation* yaitu proses pembuatan Amonium Liquor & Carbonat Liquor dengan mereaksikan antara Amonia cair dengan gas CO<sub>2</sub> pada *Carbonation Tower*. Proses selanjutnya adalah Pembentukan *Reaction Magma* dan penyerapan CO<sub>2</sub> yang diproduksi pada *Reaction Vessel* dengan mereaksikan antara Amonium Carbonat dengan Phosfor Gypsum untuk membentuk *Reaction Magma* yang kemudian dilanjutkan pada proses filtrasi yaitu memisahkan larutan ZA dengan padatan kapur dan kapur

yang masih ada pada larutan akan diendapkan pada bejana, setelah melalui proses filtrasi akan dilakukan proses netralisasi  $\text{NH}_3$  dan *Ammonium Carbonat* yang dinetralkan dengan *Asam Sulfat* menjadi ZA tambahan, sedangkan  $\text{CO}_2$  akan terlepas. Proses berikutnya merupakan proses evaporasi dan kristalisasi dimana  $\text{H}_2\text{O}$  akan menguap dari larutan ZA kemudian larutan akan menjadi pekat hingga terbentuk kristal *Amonium Sulfat*, lalu kristal dan larutan akan dipisahkan pada *Centrifuge*. Kristal ZA basah dari *Centrifuge* akan dikeringkan dan didinginkan di *Rotary Dryer* dan ditambah dengan *Anti Cacking / Armoflo I*. Produk kristal selanjutnya dikirim ke pangantongan atau *Bulk Storerage*. Produk ZA kering akan dikirim ke bagian *Hopper* dan diangkut dengan *Belt Conveyor* menuju bagian pengantongan untuk selanjutnya dilakukan pengepakan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder hasil proses produksi pada Januari 2017 yang diambil dari PT. Petrokimia Gresik dengan bukti terlampir pada Lampiran 11, yaitu produk pupuk ZA I dengan karakteristik kualitas yang diukur adalah *crystal* dan *acidity*. Subgrup yang digunakan adalah *shift* produksi. Proses produksi dilakukan terus menerus setiap *shift* dan diambil seluruh *shift*, dimana pada setiap *shift* produksi frekuensi pengecekan sebanyak 6 kali yang dijadikan sebagai ukuran subgrup. Adapun struktur data pada penelitian ini sesuai dengan Tabel 3.1

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian

Shift ke- (k)	Sampel tiap shift kerja(i)	Karakteristik Kualitas (j)	
		<i>crystal</i> (x <sub>1</sub> )	<i>Acidity</i> (x <sub>2</sub> )
1	1	X <sub>111</sub>	X <sub>121</sub>
	...	X <sub>.,11</sub>	X <sub>.,21</sub>
	6	X <sub>611</sub>	X <sub>621</sub>
2	1	X <sub>112</sub>	X <sub>122</sub>
	...	X <sub>.,12</sub>	X <sub>.,22</sub>
	6	X <sub>612</sub>	X <sub>622</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮
93	1	X <sub>1193</sub>	X <sub>1293</sub>
	...	X <sub>.,193</sub>	X <sub>.,293</sub>
	6	X <sub>6193</sub>	X <sub>6293</sub>

i = frekuensi pengulangan untuk pengecekan, dilakukan sebanyak 6 kali

j = banyaknya karakteristik kualitas yaitu *crystal* dan *acidity*

k = subgrup yaitu jumlah *shift* selama 1 bulan

*shift* 1 = 23.00 – 06.00

*shift* 2 = 06.00 – 14.00

*shift* 3 = 14.00 – 23.00

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1.  $X_1$  adalah *Crystal* yang diperoleh dari proses reaksi asam sulfat dan amonia pada saturator. Merupakan bentuk produk ZA yang belum dipisahkan dari arutan induk dengan batas spesifikasi sebesar 40% - 60%
2.  $X_2$  adalah *Acidity* dimana merupakan tingkat keasaman dalam pembentukan kristal pada saturator serta memiliki batas spesifikasi sebesar 0,39% - 0,78%.

Pada proses produksi pupuk ZA I, *crystal* dan *acidity* menjadi karakteristik kualitas dikarenakan untuk mendapatkan bentuk akhir dari pupuk terlebih dahulu harus terbentuk *crystal* yang nantinya akan dipisahkan dengan larutan induk dan nantinya akan menjadi bentuk akhir dari pupuk ZA I dimana dalam pembentukan *crystal* dipengaruhi oleh tingkat *acidity*. Apabila *acidity* semakin rendah maka akan terbentuk basa dan tidak dapat digunakan dalam proses produksi, sedangkan jika *acidity* semakin tinggi maka pembentukan *crystal* akan semakin lama.

### 3.3 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

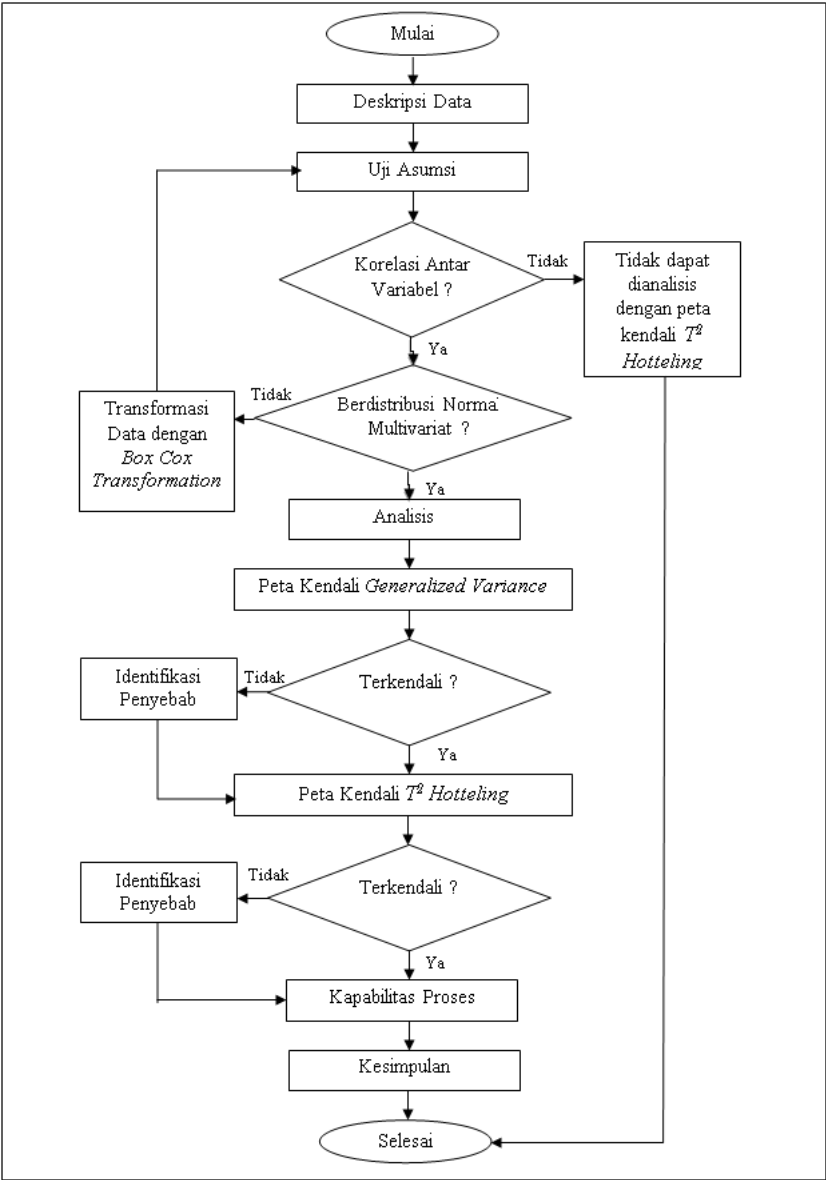
1. Mendeskripsikan data hasil proses produksi pupuk ZA I
2. Melakukan uji asumsi yaitu dependensi antar variabel dan distribusi normal multivariat
3. Apabila asumsi terpenuhi maka dilanjutkan pada analisis dengan menggunakan peta kendali *generalized variance* untuk mengontrol variabilitas proses
4. Jika analisis pada peta kendali *Generalized Variance* telah terkendali maka dilanjutkan analisis menggunakan peta kendali  $T^2$  *Hotteling* untuk mengontrol *mean* proses. Jika proses tidak terkendali secara statistik maka dilakukan identifikasi penyebab adanya proses yang *out*



*of control* dengan menggunakan diagram *ishikawa* hingga proses telah terkendali

5. Menghitung indeks kapabilitas proses
6. Menarik kesimpulan dari penelitian dan memberikan saran berdasarkan hasil analisis.

Untuk lebih jelasnya, langkah-langkah penelitian ditampilkan pada diagram alir Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA Fase I**

Pembahasan di bab 4 ini akan dilakukan analisis kapabilitas proses pada proses produksi pupuk ZA. Untuk melakukan analisis kapabilitas proses maka proses harus terkendali secara statistik. Agar proses terkendali secara statistik maka asumsi yang harus dipenuhi adalah dependensi variabel dan distribusi normal multivariat. Analisis pada fase I menggunakan hasil proses produksi di bulan Januari 2017.

##### **4.1.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Produksi Pupuk ZA**

Sebelum dilakukan pengendalian kualitas dengan peta kendali terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi terlebih dahulu, antara lain dependensi antar variabel dan berdistribusi normal multivariat. Berikut merupakan hasilnya.

##### **a. Dependensi Variabel *Crystal* & *Acidity***

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara variabel *crystal* dan *acidity*. Berikut merupakan hipotesis dan hasil dari pengujian.

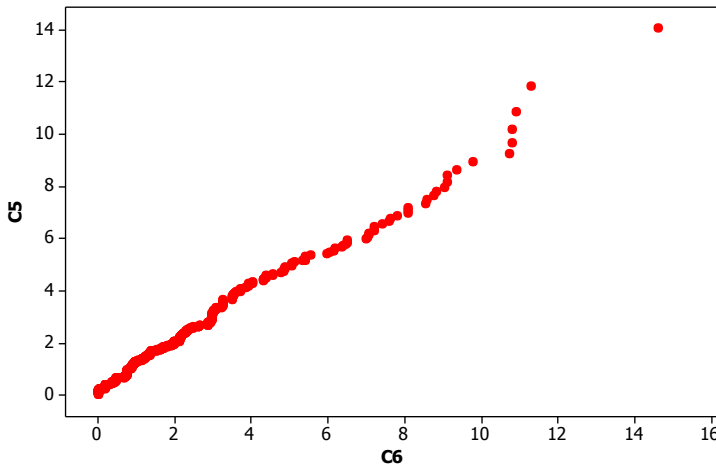
$H_0 : \rho = 0$  (Tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1 : \rho \neq 0$  (Terdapat korelasi antar variabel)

Dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan data pada Lampiran 1, diperoleh hasil seperti pada Lampiran 2 serta didapatkan nilai  $t\text{-hitung} = 4,1664$ , jika digunakan taraf signifikan 5% maka diperoleh nilai  $t_{0,05;556} = -1,6476$ . Maka  $t\text{-hitung} > t_{0,05;556}$  sehingga  $H_0$  ditolak, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa variabel *crystal* dan *acidity* saling berhubungan (dependen).

### b. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Produksi Pupuk ZA

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui apakah hasil pengamatan telah berdistribusi normal multivariat yaitu dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh serta *Chi-square plot* yang diperoleh dari data pada Lampiran 1 dengan perhitungan sebagaimana pada Persamaan (2.4)



**Gambar 4.1** *Chi-square Plot* Data Januari 2017

Secara visual sesuai dengan gambar 4.1, ditunjukkan bahwa *plot* yang terbentuk telah mengikuti garis normal, sehingga dapat disimpulkan pengamatan telah berdistribusi normal multivariat. Selain itu, diperoleh nilai  $d_{ij}^2$  yang kurang dari sama dengan  $\chi^2_{(2;0,05)}$  sebesar 5,99 diperoleh hasil proporsi sebesar 0.52 pada Lampiran 3.2 yang setara dengan 52% dimana nilai tersebut mendekati 50% sehingga, dapat disimpulkan bahwa pengamatan berdistribusi normal multivariat.

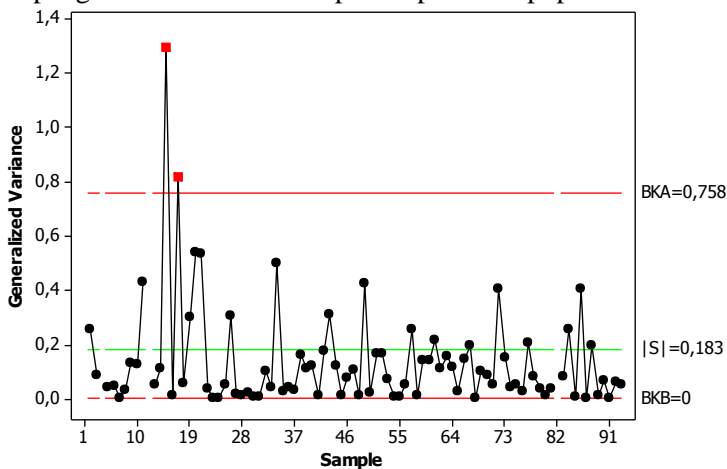
#### 4.1.2 Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pupuk ZA

Analisis pengendalian kualitas dengan peta kendali multivariat merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah terkendali secara

statistik dimana variabel lebih dari satu serta dependen. Terdapat dua peta kendali yang digunakan, yaitu peta kendal *Generalized Variance* untuk mengukur variabilitas proses serta peta kendali  $T^2$  Hotelling untuk mengukur *mean proses*.

**a. Peta Kendali *Generalized Variance* Produksi Pupuk ZA**

Peta kendali *Generalized Variance* digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses untuk data multivariat. Apabila variabilitasnya telah terkendali, maka dapat dilanjutkan pada peta kendali untuk *mean proses*. Pengendalian proses pada variabilitas ini menggunakan data pada Lampiran 1 dengan menghitung batas kendali sesuai pada Persamaan (2.12) dan perhitungan pada Persamaan (2.9). Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari pengendalian variabilitas proses produksi pupuk ZA.

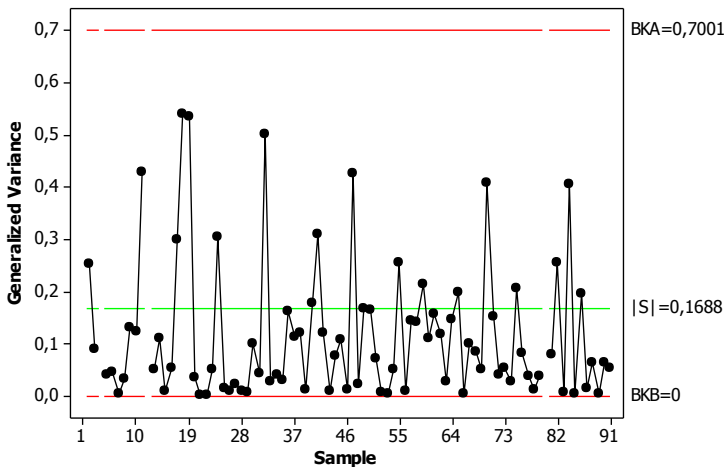


**Gambar 4.2** Peta Kendali *Generalized Variance*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa variabilitas pada proses produksi pupuk ZA terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 0,758 dan batas kendali bawah sebesar 0, yaitu pada pengamatan ke-15 dan ke-17. Hal ini menunjukkan bahwa variabilitas dari proses produksi pupuk ZA belum terkendali secara statistik dikarenakan terjadi masalah pada mesin belt conveyor maka dari itu dilakukan

analisis kembali dengan menghilangkan pengamatan ke-15 dan ke-17.

Gambar 4.3 merupakan peta kendali *Generalized Variance* setelah dilakukan perbaikan pertama yaitu sesuai data pada Lampiran 1 dengan menghilangkan pengamatan ke-15 dan 17 dan perhitungan batas kendali baru sebagaimana rumus pada Persamaan (2.12). Gambar tersebut menunjukkan bahwa tidak ada pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 0,7001 dan batas kendali bawah sebesar 0, dengan begitu variabilitas proses produksi pupuk ZA telah terkendali secara statistik dan dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu untuk *mean proses* dengan peta kendali  $T^2$  *Hotteling*.

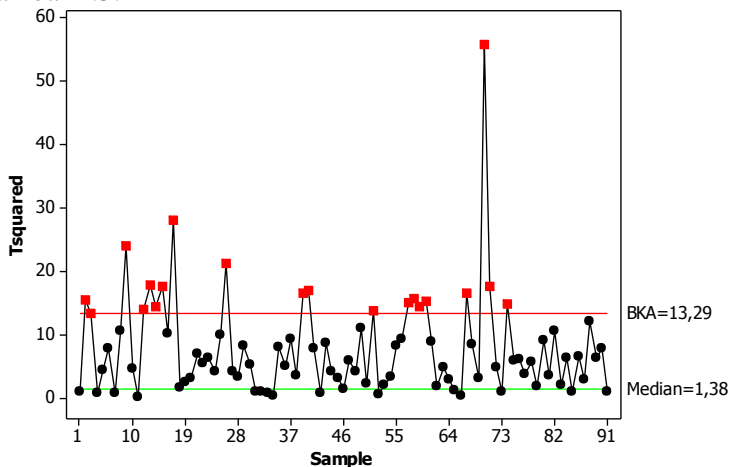


**Gambar 4.3** Peta Kendali *Generalized Variance* Perbaikan ke-1

#### **b. Peta Kendali $T^2$ *Hotteling* Produksi Pupuk ZA**

Setelah melakukan pengendalian pada variabilitas proses produksi pupuk ZA dengan peta kendali *Generalized Variance*, maka dilanjutkan pada pengendalian *mean proses* dengan menggunakan peta kendali  $T^2$  *Hotteling*. Berikut merupakan hasil analisis pengendalian *mean proses* pada proses produksi pupuk ZA.

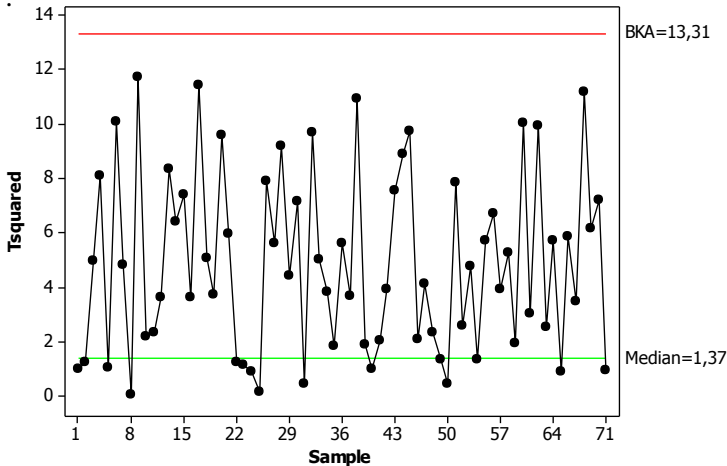
Gambar 4.4 merupakan hasil analisis untuk pengendalian *mean proses*. Nilai pada peta kendali didapatkan dari data pada Lampiran 1 dengan cara menghitung sesuai pada Persamaan (2.17). Gambar tersebut menunjukkan bahwa *mean proses* pada produksi pupuk ZA terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 13,29 serta batas kendali bawah sebesar 0. Kesimpulan yang diperoleh adalah *mean proses* pada produksi pupuk ZA belum terkendali secara statistik karena terjadi masalah pada mesin sehingga dilakukan analisis kembali dengan menghilangkan pengamatan yang berada diluar batas kendali sebagaimana hasil yang ditunjukkan pada gambar 4.5.



**Gambar 4.4** Peta Kendali  $T^2$  Hotelling

Gambar 4.5 merupakan peta kendali  $T^2$  Hotteling yang telah di analisis kembali setelah menghilangkan pengamatan yang berada diluar batas kendali dan didapatkan batas kendali baru dengan cara mengitung sebagaimana Persamaan (2.18). Pada gambar 4.5 ditunjukkan bahwa tidak terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 13,1 dan batas kendali bawah sebesar 0 sehingga dapat disimpulkan bahwa *mean proses* pada proses produksi pupuk ZA telah terkendali

secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis berikutnya yaitu kapabilitas proses dari proses produksi pupuk ZA .



Gambar 4.5 Peta Kendali  $T^2$  Hotelling perbaikan ke-1

#### 4.1.3 Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA

Setelah melakukan analisis terhadap pengendalian variabilitas serta *mean proses* pada proses produksi pupuk ZA dan didapatkan hasil yang telah terkendali, selanjutnya dilakukan analisis kapabilitas proses, guna menaksir kemampuan proses produksi dengan cara menghitung sebagaimana pada Persamaan (2.20) dengan *syntax* pada Lampiran 6.1 dan diperoleh *output* pada Lampiran 6.2. Proses produksi dikatakan kapabel atau baik apabila memiliki nilai  $C_p$  sama dengan 1 dan sangat baik jika nilai  $C_p$  lebih dari satu, sedangkan jika nilai  $C_p$  kurang dari satu maka proses produksi tidak kapabel atau buruk.

Hasil proses produksi pada bulan Januari 2017 diperoleh  $C_p$  sebesar 1,423, hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi pupuk ZA memiliki kemampuan proses yang sangat baik.



## 4.2 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pupuk ZA Fase II

Penelitian fase II ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi pergeseran proses atau tidak. Data yang digunakan merupakan data hasil dari proses produksi bulan Februari 2017.

### 4.2.1 Pengujian dan Pemeriksaan Asumsi Peta Kendali Multivariat Fase II

Untuk melakukan analisis peta kendali multivariat memerlukan beberapa asumsi yang harus dipenuhi antara lain dependensi variabel dan distribusi normal multivariat. Berikut merupakan hasilnya.

#### a. Dependensi Variabel *Crystal & Acidity* Fase II

Pengujian dependensi dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara variabel *crystal* dan *acidity*, apakah dependen atau tidak. Berikut merupakan hipotesis dan hasil dari pengujian dependensi antara variabel *crystal* dan *acidity*.

$H_0 : \rho = 0$  (Tidak ada korelasi antar variabel)

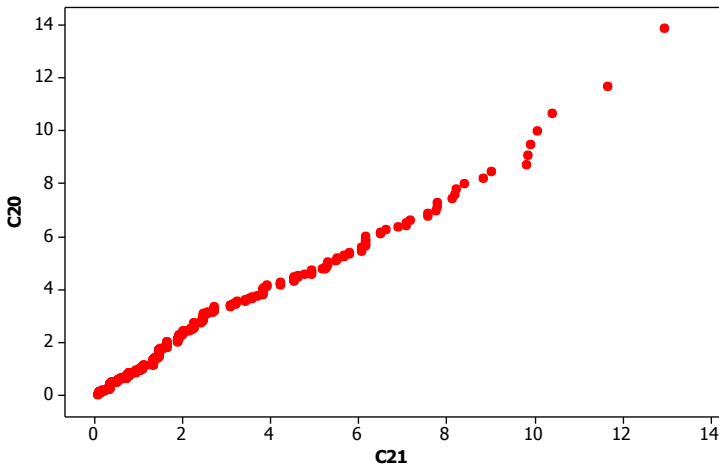
$H_1 : \rho \neq 0$  (Terdapat korelasi antar variabel)

Dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan data pada Lampiran 7, diperoleh hasil seperti pada Lampiran 8 serta didapatkan nilai  $t\text{-hitung} = 4,217$ , jika digunakan taraf signifikan 5% maka diperoleh nilai  $t_{0,05;502} = -1,6478$ . Maka  $t\text{-hitung} > t_{0,05;502}$  sehingga  $H_0$  ditolak, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa variabel *crystal* dan *acidity* pada fase II saling berhubungan (dependen).

#### b. Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Produksi Pupuk ZA Fase II

Pemeriksaan distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui apakah pengamatan telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Untuk mengetahui apakah pengamatan berdistribusi normal multivariat atau tidak, dilakukan dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh serta *Chi-square plot*

dengan data pada Lampiran 7 dan menghitung sesuai dengan Persamaan (2.4) menggunakan *syntax* pada Lampiran 3.1



**Gambar 4.6** *Chi-square Plot* Data Februari 2017

Secara visual sesuai dengan gambar 4.6, ditunjukkan bahwa *plot* yang terbentuk telah mengikuti garis normal, sehingga dapat disimpulkan data telah berdistribusi normal multivariat. Selain itu, diperoleh nilai  $d_{ij}^2$  yang kurang dari sama dengan  $\chi^2_{(2;0,05)}$  sebesar 5,99 diperoleh hasil proporsi sebesar 0.49 pada Lampiran 9 yang setara dengan 49% dimana nilai tersebut mendekati 50% sehingga, dapat disimpulkan bahwa pengamatan berdistribusi normal multivariat.

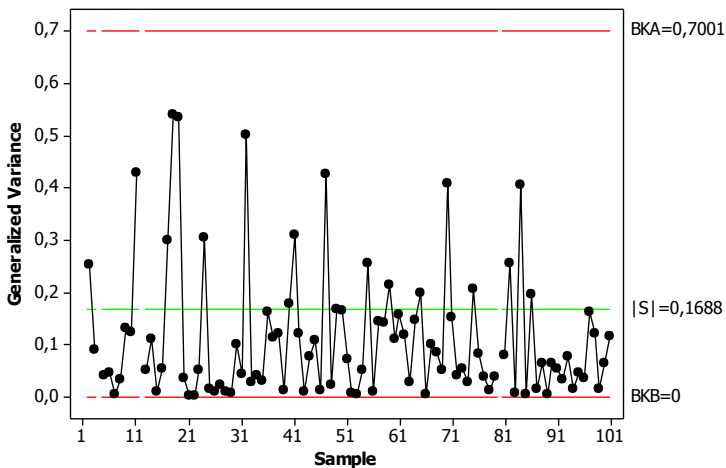
#### 4.2.2 Analisis Pengendalian Kualitas Fase II

Analisis pengendalian kualitas pada fase II digunakan untuk mengetahui apakah dilakukan *improve* atau tidak setelah diketahui pengamatan pada fase I *out of control*, tetapi karena penulis tidak dapat melakukan *improve* maka hanya dapat diketahui apakah terjadi pergeseran proses atau tidak. Terdapat dua peta kendali yang digunakan, yaitu peta kendali *Genaralized Variance* untuk mengukur variabilitas proses serta peta kendali  $T^2$  *Hottelling* untuk mengukur *mean proses*.

### a. Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

Peta kendali *Generalized Variance* digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses untuk data multivariat. Pengendalian variabilitas pada fase II menggunakan data pada Lampiran 7.

Batas kendali yang digunakan pada peta kendali *Generalized Variance* fase II merupakan batas kendali pada peta kendali *Generalized Variance* pada fase I yang telah terkendali. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa variabilitas pada proses produksi pupuk ZA I di bulan Februari tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pergeseran proses antara bulan Januari dan Februari, serta variabilitas proses pada bulan Februari telah terkendali secara statistik.



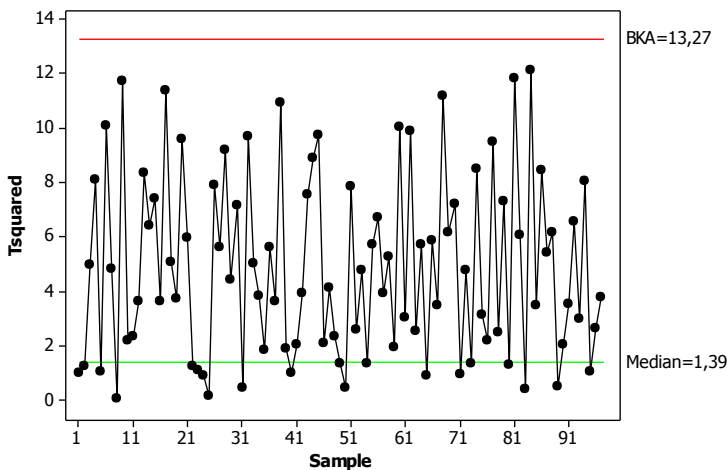
Gambar 4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

### b. Peta Kendali $T^2$ Hotelling Fase II

Setelah melakukan pengendalian pada variabilitas proses produksi pupuk ZA I dengan peta kendali *Generalized Variance*, maka dilanjutkan pada pengendalian *mean proses* menggunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling dengan batas kendali dari peta kendali  $T^2$  Hotelling pada fase I yang telah terkendali. Berikut merupakan

hasil analisis pengendalian *mean proses* pada proses produksi pupuk ZA menggunakan data pada Lampiran 7 dan menghitung nilai  $T^2$  sesuai dengan Persamaan (2.17).

Gambar 4.10 merupakan hasil analisis untuk pengendalian *mean proses*. Gambar tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali, dimana batas kendali atas sebesar 13,27 serta batas kendali bawah sebesar 0. Kesimpulan yang diperoleh adalah *mean proses* pada produksi pupuk ZA I telah terkendali secara statistik.



Gambar 4.10 Peta Kendali  $T^2$  Hotelling Fase II

#### 4.2.3 Kapabilitas Proses Produksi Fase II

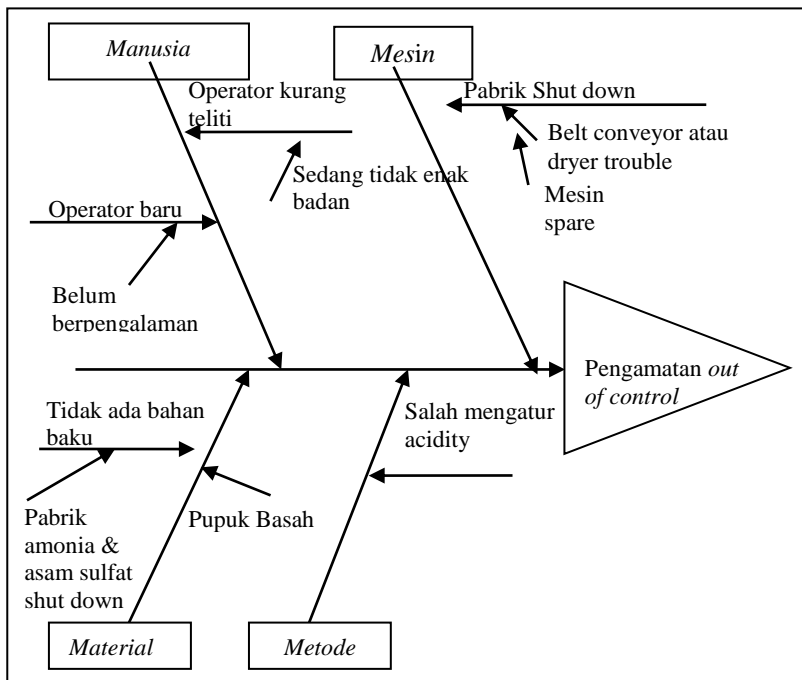
Setelah melakukan analisis terhadap pengendalian variabilitas serta *mean proses* pada proses produksi pupuk ZA dan didapatkan hasil yang telah terkendali, selanjutnya dilakukan analisis kapabilitas proses, guna menaksir kemampuan proses produksi dengan cara menghitung sebagaimana pada Persamaan (2.20) dengan *syntax* pada Lampiran 6.1. Proses produksi dikatakan kapabel atau baik apabila memiliki nilai  $C_p$  sama dengan 1 dan sangat baik jika nilai  $C_p$  lebih dari satu, sedangkan

jika nilai  $C_p$  kurang dari satu maka proses produksi tidak kapabel atau buruk.

Didapatkan nilai  $C_p$  sebesar 2,342 dari hasil analisis kapabilitas proses produksi pupuk ZA I pada bulan Februari 2017. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi pupuk ZA I pada bulan Februari 2017 memiliki kemampuan proses yang sangat baik karena nilai  $C_p$  lebih besar dari 1, yaitu sebesar 2,342.

#### 4.3 Diagram Ishikawa Proses Produksi Pupuk ZA

Diagram *Ishikawa* atau diagram tulang ikan digunakan untuk mencari faktor-faktor produk tidak sesuai dengan batas spesifikasi serta proses produksi yang tidak terkendali. Berikut merupakan hasil dari faktor – faktor yang menyebabkan tidak terkendalnya proses produksi.



**Gambar 4.13** Diagram *Ishikawa*

Gambar 4.13 menunjukan faktor-faktor penyebab pengamatan pada proses produksi keluar dari batas kendali yang disebabkan oleh faktor manusia, mesin, dan lingkungan. Faktor – faktor penyebab diketahui berdasarkan *checksheet*, yaitu utamanya faktor mesin. Mesin yang *spare* atau kesenggangan pada mesin sehingga akan menyebabkan *belt conveyor* atau *dryer* bermasalah dan akan berakibat pada pemberhentian produksi pada pabrik. Faktor – faktor lain yang menyebabkan pengamatan berada diluar batas kendali juga diketahui dari observasi langsung dengan operator, dimana pada faktor material disebabkan oleh tidak adanya bahan baku karena pabrik *amonia & asam sulfat* tidak produksi. Operator yang sedang bertugas juga dapat melakukan kesalahan karena kurang teliti, yang dapat disebabkan karena sedang tidak enak badan begitu pula dapat disebabkan karena operator baru yang kurang berpengalaman. Pengamatan berada diluar batas kendali juga dapat disebabkan karena kesalahan pengaturan pada tingkat *acidity*.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses produksi pupuk ZA I telah terkendali secara statistik pada bulan Januari dengan nilai  $C_p$  sebesar 1,423 dan bulan Februari dengan nilai sebesar 2,432, yang berarti bahwa proses produksi pupuk ZA I memiliki kemampuan proses yang sangat baik atau telah kapabel.
2. Ketidaksesuaian sering terjadi dikarenakan faktor mesin yang *spare* maupun rusak sehingga menyebabkan produksi akan terganggu atau berhenti serta tidak adanya material karena pabrik amonia dan asam sulfat *shut down*.

#### **5.2 Saran**

PT. Petrokimia Gresik perlu melakukan pemantauan secara ketat terhadap mesin produksi terutama untuk mesin *belt conveyor*, agar mesin jalan terus dan tidak perlu *spare* sehingga tidak terjadi kerusakan pada mesin yang akan menyebabkan ketidaksesuaian pada produk pupuk ZA I.

*Halaman ni Sengaja Dikosongkan*



## DAFTAR PUSTAKA

- Heizer J. dan Render B, 2009. *Manajemen Operasi*. Buku 1 Edisi 9. Jakarta: Salemba Empat.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Montgomery, D.C. 2013. *Introduction To Statistical Quality Control*. Edisi ke-7. Arizona State University: Wiley.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists Ninth Edition*. United States of America: Pearson Education Inc.
- Kotz, S., & Johnson, N. L. 1993. *Process Capability Indices*. United Kingdom: Springer-Science+Business Media, B.V.
- Mufida, A. S. (2014). *Tugas Akhir “Pengendalian Kualitas Statistik Produk Pupuk Phonska Di PT Petrokimia Gresik Tbk”*. Surabaya: ITS Library.
- PT. Petrokimia Gresik. 2012. *Urea & ZA*. Diakses pada tanggal 4 Januari 2017, yang berasal dari website <http://www.petrokimia-gresik.com/Pupuk/Urea.ZA>

*Halaman ni Sengaja Dikosongkan*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Proses Produksi Pupuk ZA Bulan Januari 2017

subgrup	anggota subgrup	karakteristik kualitas	
		crystal	acidity
1	1	50	0.45
	2	50	0.52
	3	50	0.68
	4	50	0.79
	5	50	0.49
	6	50	0.45
2	1	50	0.45
	2	40	0.49
	3	45	0.74
	4	40	0.68
	5	45	0.52
	6	40	0.45
.	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
92	1	50	0.52
	2	55	0.64
	3	55	0.58
	4	50	0.72
	5	50	0.78
	6	55	0.54
93	1	55	0.45
	2	55	0.52
	3	45	0.76
	4	50	0.49
	5	55	0.45
	6	55	0.45

## Lampiran 2 *Output* Dpendendi Variabel Fase I

### **Correlations: crystal; acidity**

Pearson correlation of crystal and acidity  
 = 0,174  
 P-Value = 0,000

## Lampiran 3 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

### Lampiran 3.1 Syntax Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

```
Macro
NormalMultivariate X.1-X.p qc dj2

MConstant i j n p Prop Tengah
MColumn x.1-x.p xj Kali d dj2 qc Prob
MMatrix MCova MCovaI xjxbar

#-- 1.1. Dapatkan Nilai dj2 --#
let n=count(x.1)
Covariance X.1-X.p MCova
invers MCova MCovaI
do i=1:n
  do j=1:p
    let xj(j)=x.j(i)-mean(x.j)
  enddo
  copy xj xjxbar
  mult MCovaI xjxbar Kali
  let d=Kali*xj
  let dj2(i)=sum(d)
enddo
sort dj2 dj2

#-- 1.2. Dapatkan Nilai qc --#
do i=1:n
```

```

    let Prob(i)=1-(n-i+0.5)/n
enddo
INVCDF Prob qc;
    Chisquare p.

#-- 1.3 Buat Plot dj2 dengan qc --#
plot qc*dj2;
    symbol.

#-- 2. Mencari Proporsi --#
INVCDF 0.5 Tengah;
    Chisquare p.
let Prop=0
do i=1:n
    if dj2(i)<=Tengah
        let Prop=Prop+1
    endif
enddo
let Prop=Prop/n
print Prop

#-- 3. Mencari Nilai Korelasi --#
corr qc dj2

name qc 'qc'
name dj2 'dj2'
endmacro

```

### Lampiran 3.2 *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

#### **Scatterplot of C5 vs C6**

##### **Data Display**

Prop      0,521505

##### **Correlations: C5; C6**

Pearson correlation of C5 and C6 = 0,995

P-Value = 0,000

Lampiran 3.3 Nilai  $d_i^2$  setiap observasi

Sampel	$d_i^2$	Sampel	$d_i^2$
1	0.02883	.	.
2	0.02883	.	.
3	0.02883	.	.
4	0.02883	.	.
5	0.02883	.	.
6	0.02883	540	7.8147607
7	0.02883	541	8.0990615
8	0.02883	542	8.1249368
9	0.02883	543	8.1249368
10	0.02883	544	8.574266
11	0.02883	545	8.6026946
12	0.02883	546	8.7693494
13	0.02883	547	8.8335555
14	0.02883	548	9.050429
15	0.02883	549	9.1162854
16	0.02883	550	9.1162854
17	0.02883	551	9.3858441
18	0.02883	552	9.8187114
19	0.02883	553	10.768229
.	.	554	10.817918
.	.	555	10.817918
.	.	556	10.934914
.	.	557	11.318704
.	.	558	14.629376

#### Lampiran 4 Peta Kendali *Generalized Variance*

##### Generalized Variance Chart of crystal; acidity

##### Test Results for Generalized Variance Chart of crystal; acidity

TEST. One point beyond control limits.  
Test Failed at points: 15; 17

#### Lampiran 5 Peta Kendali $T^2$ Hotteling

##### Lampiran 5.1 Output nilai $T^2$ Hotteling

subgrup	$T^2$ Hotteling	subgrup	$T^2$ Hotteling
1	1.001542	18	1.668726
2	15.49604	19	2.560682
3	13.3372	20	3.015062
4	0.850914	21	7.040255
5	4.477599	22	5.39434
6	7.909679	23	6.331134
7	0.80153	24	4.084843
8	10.5742	25	9.967326
9	23.96159	26	21.14764
10	4.507377	27	4.121477
11	0.058055	28	3.385739
12	14.06191	29	8.261393
13	17.90046	30	5.175727
14	14.31579	31	1.088332
15	17.70862	32	1.029917
16	10.16506	33	0.698259
17	28.01711	34	0.298245

subgrup	$T^2$ Hotteling
35	8.042875
36	5.04691
37	9.219309
38	3.562668
39	16.54253
40	17.07934
41	7.848248
42	0.678602
43	8.633025
44	4.165343
45	3.051867
46	1.326145
47	5.924806
48	4.115246
49	11.0305
50	2.362776
51	13.68187
52	0.639837
53	1.96963
54	3.261815
55	8.161558
56	9.260533
57	15.00832
58	15.72193
59	14.42242
60	15.30768
61	8.785701
62	1.740093
63	4.714761

subgrup	$T^2$ Hotteling
64	2.804687
65	1.205142
66	0.337699
67	16.53016
68	8.550116
69	3.063724
70	55.72803
71	17.60425
72	4.802719
73	0.941248
74	14.90556
75	5.970935
76	6.193762
77	3.765506
78	5.766113
79	1.865387
80	9.134477
81	3.577417
82	10.63407
83	2.075373
84	6.341735
85	1.040985
86	6.574791
87	2.942013
88	12.13089
89	6.32569
90	7.710038
91	0.907934



Lampiran 5.2 *Output* nilai  $T^2$  *Hotteling* perbaikan ke-1

subgrup	$T^2$ <i>Hotteling</i>
1	0.971001
2	1.25623
3	4.982263
4	8.10752
5	1.050105
6	10.08944
7	4.840755
8	0.046491
9	11.71178
10	2.174886
11	2.329845
12	3.617179
13	8.32776
14	6.40859
15	7.417165
16	3.635305
17	11.40662
18	5.048561
19	3.719225
20	9.595108
21	5.947795
22	1.240902
23	1.115633
24	0.900891
25	0.138338
26	7.922679
27	5.592903

subgrup	$T^2$ <i>Hotteling</i>
36	5.620539
37	3.651361
38	10.95793
39	1.893472
40	0.993292
41	2.036566
42	3.947939
43	7.562986
44	8.888157
45	9.727391
46	2.090844
47	4.128637
48	2.352996
49	1.339548
50	0.434132
51	7.831991
52	2.565596
53	4.783965
54	1.323877
55	5.700714
56	6.727682
57	3.935803
58	5.257354
59	1.938666
60	10.01696
61	3.029308
62	9.915234

subgrup	$T^2$ Hotelling	subgrup	$T^2$ Hotelling
28	9.216776	63	2.543702
29	4.428733	64	5.712184
30	7.135145	65	0.870584
31	0.450867	66	5.879513
32	9.673508	67	3.470499
33	5.032432	68	11.2022
34	3.818595	69	6.178775
35	1.819762	70	7.200415
		71	0.957117

**Lampiran 6** Kapabilitas Proses  
Lampiran 6.1 Syntax Kapabilitas Proses

```
macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.426 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s
cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
```

```

mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.426
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=50
let t2=0.585
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
print c.1-c.2
copy c.1-c.2 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2

```

```

let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-
1)*p/sbaru)
print cp
endmacro

```

## Lampiran 6.2 *Output* Kapabilitas Proses

### Data Display

cp	1,42274
----	---------

**Lampiran 7** Data Proses Produksi Pupuk ZA Bulan Februari 2017

subgrup	anggota subgrup	karakteristik kualitas	
		crystal	acidity
1	1	50	0,45
	2	45	0,49
	3	45	0,52
	4	50	0,54
	5	60	0,51
	6	55	0,49
2	1	60	0,45
	2	50	0,45
	3	50	0,49
	4	45	0,54
	5	45	0,45
	6	50	0,38
.	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
92	1	50	0,70
	2	50	0,60
	3	50	0,66
	4	50	0,47
	5	50	0,54
	6	50	0,52
93	1	50	0,45
	2	40	0,52
	3	45	0,49
	4	45	0,41
	5	50	0,43
	6	50	0,45

### Lampiran 8 *Output* Dependensi Variabel Fase II

#### **Correlations: crystal; acidity**

Pearson correlation of crystal and acidity  
= 0,185  
P-Value = 0,000

### Lampiran 9 *Output* Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat Fase II

#### **Scatterplot of C5 vs C6**

##### **Data Display**

Prop 0,496032

##### **Correlations: C5; C6**

Pearson correlation of C5 and C6 = 0,993  
P-Value = 0,000

### Lampiran 10 *Output* Kapabilitas Proses Mltivariat Fase II

#### **Data Display**

cp 2,34249

## Lampiran 11 Surat Keaslian Data

### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya :

Nama : Ardilia Zahra Alqarina  
NRP : 1314030108

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari

Sumber : Logbook Pupuk ZA I PT. Petrokimia Gresik  
Keterangan : Data *Cristal* dan *Acidity* bulan Januari dan Februari 2017

Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui  
Pembimbing Tugas Akhir

(Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT)  
NIP. 19610311 198701 2 001

Gresik, 07 Juni 2017

(Ardilia Zahra Alqarina)  
NRP.1314030108

Mengetahui  
Pihak Instansi/Perusahaan



Ms. Masriawati

9 25 36 2017

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Ardilia Zahra Alqarina atau yang kerap disapa Dilla ini lahir di Sleman pada tanggal 25 Juni 1996 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Pagesangan IV A No.20 Surabaya Selatan dan telah menempuh pendidikan dimulai dari TK ABA Yogyakarta, SDN Godean 1 Yogyakarta (2001-2007), SDN Menanggal 601 Surabaya (2007-2008), SMPN 22 Surabaya (2008-2011), SMAN 21 Surabaya (2011-2014), dan saat ini melanjutkan studinya di Diploma III Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS angkatan 2014 yang biasa disebut “*PIONEER*”. Penulis gemar melakukan perjalanan alam serta menyaksikan pertunjukan musical. Selain itu penulis juga aktif mengikuti beberapa organisasi baik di kampus ataupun di luar kampus. Pada tahun pertama penulis bergabung dengan organisasi eksternal kampus yaitu Save Street Child, kemudian juga mengikuti beberapa kepanitiaan diantaranya adalah ITS EXPO 2015, GERIGI ITS 2015, Menyentuh Kampus Teknologi serta ITS Socio Gathering 2015. Tahun berikutnya penulis bergabung dengan BEM ITS pada Kementrian Sosial Masyarakat, serta ikut berpartisipasi sebagai Elemen Kaderisasi di HIMADATA-ITS, kemudian juga terlibat kembali sebagai panitia di ITS EXPO 2016 dan GERIGI ITS 2016. Segala kritik dan saran akan sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Untuk informasi dan komunikasi lebih lanjut dengan penulis dapat dihubungi melalui email [ardiliazahra@gmail.com](mailto:ardiliazahra@gmail.com)

